

ОПТИМИЗАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СЛУЖЕБНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ХРОМОМАНГАНЦЕВЫХ ЧУГУНОВ

Ямшинский М.М., Радченко К.С., Костин Р.

Руководитель: доцент, к.т.н. Г.Е. Федоров

Национальный технический университет Украины „КПИ”, Киев

e-mail: yamshinskiy@mail.ru

С каждым годом ужесточаются условия эксплуатации машин, которые работают в абразивных и гидроабразивных средах. В этой связи повышаются требования к материалам, из которых изготавливают литые детали таких машин и механизмов.

Несмотря на то, что в мировой практике накоплен значительный опыт применения в качестве износостойких материалов для изготовления износостойких деталей высокохромистых, хромоманганцевых, хромоникелевых и других белых чугунов, проблемы выбора материалов для конкретных условий эксплуатации остаются.

Открытым остается вопрос выбора материалов и для изготовления литых деталей шнековых классификаторов, колес, крышек и корпусов багерных, песковых и шлаковых насосов, импеллеров флотационных машин и деталей иного оборудования обогатительных фабрик, шаровых мельниц, лопаток дробебетонных аппаратов и др.

Работа выполнялась применительно к условиям эксплуатации литых деталей систем гидрозолаудаления (ГЗУ) тепловых электростанций, где наиболее быстро изнашиваются витки шнеков шлаковых транспортеров, колеса и корпуса багерных насосов, колена пульповых трубопроводов и др.

Анализом эксплуатации этих деталей установлено, что сопротивление металла гидроабразивному изнашиванию зависит от состояния металла – его химического состава, структуры, режимов термической обработки, которые придают ему высокую твердость, с одной стороны, и условий эксплуатации деталей – с другой.

Следует отметить, что износ в гидроабразивных средах является сложной и неоднозначной функцией условий взаимодействия металла детали с абразивными частицами и средой. Он зависит от многих факторов: продолжительности эксплуатации, концентрации абразива в жидкости, размера, формы и твердости абразивных частиц, их скорости в момент удара о поверхность детали, угла атаки частицами изнашиваемой поверхности, снижения механических свойств материала вследствие разупрочняющего воздействия на него среды и др. Кроме того, в последние годы на длительность эксплуатации деталей машин систем ГЗУ существенное влияние оказывает использование некондиционного топлива на тепловых электростанциях.

Поскольку управлять перечисленными факторами в условиях производства практически невозможно, остается только одно – улучшение свойств материала, то есть его эксплуатационных характеристик.

Одним из направлений решения такой задачи может быть использование теоретических и технологических разработок управления процессами формирования структуры и свойств металла в отливках из белых чугунов определением соотношения в них основных химических элементов, комплексным их легированием, микролегированием и модифицированием, изменением условий кристаллизации металла в отливках и режимами их термической обработки.

В промышленных условиях в качестве материала для изготовления литых деталей, работающих в условиях гидроабразивного износа, используют высоколегированный хромоникелевый чугун 280X28H2, который содержит в своем составе дорогой и дефицитный никель и имеет плохую обрабатываемость на металлорежущих станках. Поэтому теоретический и практический интерес представляют исследования, направленные на улучшение свойств и структуры других белых чугунов, например, хромомарганцевых.

Известно, что эксплуатационные и механические свойства белых износостойких чугунов зависят в первую очередь от карбидной фазы. Большое количество твердых и хрупких карбидных фаз определяет низкие пластические свойства чугунов, однако при условии прочной связи их с матрицей сплава такие фазы значительно повышают сопротивление металла абразивному воздействию.

Поскольку хром и марганец относятся к группе карбидообразующих элементов, важной задачей является определение оптимальных концентраций этих элементов в чугуне с целью получения максимальной износостойкости и сохранения удовлетворительных литейных и механических свойств.

В качестве гидроабразивной среды (пульпы) использовали смесь кварцевого карьерного песка и воды в различных пропорциях, а в качестве эталона сравнения – образцы, изготовленные из хромоникелевого сплава 280X28H2.

Исследованиями влияния хрома на износостойкость белого чугуна с содержанием около 4% марганца установлено, что наивысшую (на 20...25% выше, чем чугуна 280X28H2) износостойкость имеет чугун с содержанием 17...22% хрома. Несмотря на дальнейший рост твердости после повышения содержания хрома, вследствие увеличения и коагуляции карбидов хрома цементитного типа, износостойкость чугуна уменьшается, поскольку увеличивается ферритная составляющая в матрице металла.

Марганец способствует стабилизации аустенита в белых чугунах, поэтому с увеличением его содержания в хромистом чугуне твердость снижается вследствие увеличения остаточного аустенита в основе металла. Износостойкость сплава при этом также уменьшается и уже при содержании марганца около 9% она становится меньше, чем сплава 280X28H2.

Таким образом хромомарганцевый чугун с содержанием 18...20% хрома и до 8,0% марганца может быть перспективным материалом для изготовления литых деталей, работающих в гидроабразивных средах.

При производстве литых деталей багерных насосов полезным в хромомарганцевом чугуне может быть содержание никеля на уровне 0,3...1,0%.

Повышения износостойкости хромомарганцевого чугуна можно достичь дополнительным микролегированием и модифицированием.

Исследовано влияние сурьмы на свойства чугуна 290Х19Г4 в диапазоне ее концентраций от 0 до 1,0% (по присадке) и установлено, что небольшие присадки (до 0,15%) способствуют повышению износостойкости чугуна на 15...20% вследствие ее влияния не только на эвтектическое превращение, но и на кристаллизацию аустенита.

Сурьма сдвигает эвтектическую точку в сторону меньшего содержания углерода, увеличивает количество эвтектики и изменяет ее.

Таким образом, для повышения износостойкости хромомарганцевого чугуна его целесообразно дополнительно микролегировать сурьмой в количестве 0,10...0,15% (по присадке).

Исследовано влияние бора на эксплуатационные характеристики хромомарганцевого чугуна в диапазоне концентраций от 0 до 0,1% (по присадке). Установлено, что дополнительная обработка базового чугуна бором существенно повышает твердость металла и улучшает износостойкость.

Бор оказывает сильное влияние на процессы кристаллизации чугуна как поверхностно-активный элемент, измельчает зерно и осуществляет дополнительное раскисление металла, изменяет состояние границ зерен и пограничных слоев, что положительно влияет на свойства чугуна.

Микролегирование чугуна бором улучшает его технологические и эксплуатационные свойства и этим снижает содержание в металле хрома, марганца, никеля и других элементов.

Для повышения эксплуатационных характеристик хромомарганцевого чугуна его целесообразно модифицировать бором в пределах 0,005...0,020% (по присадке).

Литейные свойства исследованных чугунов (жидкотекучесть – 500...580 мм; линейная усадка 1,72...2,20%; объемная усадка – 7,2...7,8%) дают возможность изготавливать качественные отливки любых масс и геометрии с различной толщиной стенок.